

# Impacto de la metrología óptica en el medio ambiente

## Impact of optical metrology in the environment

**Dra. C. Myriam Herrera Paloma<sup>1</sup>**

**Ing. M. Sc. Alfonso Pulido León<sup>2</sup>**

### **Resumen**

---

se presentan temas motivo de investigación del eje temático Metrología Óptica aplicada a la Industria del grupo de investigación PRODIGIO, Procesamiento óptico y digital de imágenes, de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, resaltando las propiedades ópticas, ondulatoria, corpuscular y fotónica de la luz, aplicables para el estudio de la interacción de ella con la materia, leyendo información de la emisión y absorción de la intensidad lumínica, para el análisis de procesos industriales y de materiales, utilizando fuentes de energía fotónica. El grupo realiza investigación y asesoría orientada al desarrollo científico, a la apropiación e innovación tecnológicas con un trabajo entre varias áreas del saber que propende por la utilización eficiente de la energía eléctrica, un profundo respeto y preocupación por el medio ambiente natural, técnico y social.

**Palabras clave: Metrología, laser, sensores, fotónica.**

### **Abstract**

---

Arise issues because of the thematic axis metrology optics research applied to industry the research group PRODIGIO, optical processing and digital images, from Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, highlighting the optical properties, wave, particle and photon of light, applicable to the study of the interaction of it with matter, reading information from the emission and absorption of light intensity for the analysis of industrial processes and materials, using sources of photon energy. The group carries out research and consultancy focused on scientific development, technological work between various areas of knowledge that tends to the efficient use of electric power, a deep respect and concern for the environment natural, technical and social innovation to the appropriation.

**Key words: Metrology, laser, sensors, photonics.**

---

1 Directora grupo de investigación PRODIGIO Docente de cátedra de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central mherrera@itc.edu.co

2 Coinvestigador grupo PRODIGIO Docente tiempo completo de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central apulido@itc.edu.co

---

## 1. Introducción

El grupo de investigación PRODIGIO, Procesamiento óptico y digital de imágenes, de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, desarrolla un eje temático sobre Metrología óptica aplicada a la industria, en el campo de la interacción de la luz con la materiales, siendo uno de los Ensayos No Destructivos, END, que aplica las propiedades ondulatoria, fotónica, los fenómenos de la luz, para luego realizar un procesamiento óptico digital, utilizando algoritmos y descriptores ópticos, que permitan un estudio de la información contenida en las imágenes.

La investigación en el campo de los END ópticos, ha permitido obtener información de procesos industriales de forma confiable, utilizando la luz policromática, la luz coherente, la energía solar, la emisión y absorción de la luz con sus propiedades físicas, comportamiento ondulatorio, corpuscular y fotónico. La metrología óptica, es un END Óptico amigable con el medio ambiente, ya que utiliza la energía lumínica en sus diferentes longitudes de onda, para obtener información de un proceso industrial.

Es de conocimiento en el medio industrial que son variados los END, como el trabajo con ultrasonidos, Rayos X, Resonancia Magnética, entre otros; este análisis se puede hacer con procedimientos muy variados con diferentes ventajas y desventajas; el método perfecto no existe, por lo que los investigadores en este campo siguen buscando nuevos métodos que permitan aumentar no solamente la precisión sino también la confiabilidad (Malacara, 2005).

## 2. Desarrollo de procesos metrológicos ópticos de aplicación industrial

Dentro de los END, se ha utilizado la tecnología infrarroja, TIR, que permite analizar defectos subsuperficiales en diferentes materiales y geometrías, formando parte de métodos versátiles, siendo

utilizados en el mantenimiento y control de calidad en la producción, Apraiz-Imatz, I. (2005). La inspección térmica utilizando radiación infrarroja proveniente de superficies expuestas a cambios de temperatura, entrega información, sin contacto con la superficie, haciendo una evaluación no destructiva ni invasiva. Tiene como principio básico, el control y análisis de diferencias de temperaturas en una superficie o cambios de la temperatura superficial con el tiempo, haciendo uso de los sistemas de medida con infrarrojos; con la utilización de sensores propios para las longitudes de onda del infrarrojo, se localizan defectos o imperfecciones superficiales y de anomalías subsuperficiales.

Para el análisis de los resultados, se utilizan métodos estadísticos, aplicación de estudios comparativos espectrales propios del tratamiento de imágenes, cuyos registros digitales contienen los defectos detectables que pueden ser visibles o deben aplicarse algoritmos y descriptores ópticos para localizarlos con precisión; se utiliza la fusión de conocimientos de la Física térmica, mecánica y óptica principalmente y de las TICs; es un ensayo que aporta significativamente a la inspección de áreas utilizando termografía infrarroja (González D. A., 2006).

Una de los estudios metrológicos utilizando ondas de frecuencia del orden de  $10^{14}$  Hz, es el dispositivo de una fuente de radiación, un diodo LASER, modelo G4T5 de 5 mW de potencia, con salida de luz visible de 630 nm de longitud de onda, según información del fabricante, y luego caracterizado para definir la intensidad en la emisión LASER, con el cual se diseña y construye un instrumento para medir los niveles de concentración de cloro residual, por espectrometría de absorción en el rango del espectro de la radiación visible e infrarrojo cercano, utilizando como reactivo la ORTO, para reaccionar con el ácido hipocloroso (HClO); este es un ion no dissociado del cloro, responsable de la acción bactericida de los compuestos derivados del cloro, no corrosivo ni

---

cáustico y conocido como un potente desinfectante (Henaó, 2003).

Al hacer el estudio del procedimiento basado en el análisis del espectro, se hace la cuantificación de compuestos conocidos, fundamentados en criterios establecidos por distintos procedimientos regulados por entidades internacionales, quienes definen la normatividad y calidad del agua para consumo humano.

Los estudios efectuados validan la espectrometría como método de análisis y de medición experimental con la interacción entre la materia y la energía radiante, las ondas electromagnéticas que se propagan y transportan energía sin transferencia de materia, permitiendo determinar las características químicas y físicas del agua potable. (Norato, Romero, Herrera, 2015).

El estudio de sistemas fotovoltaicos y su aplicación en la industria son importantes para el desarrollo sostenible del país con un alto compromiso ambiental, con el fin de proteger y hacer uso racional de los recursos finitos como el petróleo que es material base para la fabricación de gasolina, y otros productos derivados como los plásticos, medicamentos, prótesis, lubricantes, pavimentos, pinturas, telas.

El estudio e investigación para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en la industria ayudará al desarrollo y uso de recursos técnicos existentes integrando las fuentes de energías alternativas; para este tema, en el grupo de investigación, se ha realizado un estudio del diseño de un prototipo con las diferentes clases de celdas solares para calcular el espectro de luz visible registrado por cada una de ellas y la potencia generada. Se hacen continuas investigaciones en el conocimiento y desarrollo de proyectos de investigación, en el tema de energía solar fotovoltaica en Colombia con su aprovechamiento en la industria (Riaño, 2015).

En los procesos de desarrollo y producción, existe el cumplimiento de las especificaciones del producto en cualquier industria, para el aseguramiento de la calidad. Por ende la industria requiere verificar sus criterios en campos de magnitudes, temperatura, rugosidad, presión, etc., siendo dependiente del proceso de fabricación, entorno y de la exactitud requerida.

La apreciación del instrumento con el cual se realiza la verificación juega un papel importante, pues de esto depende la exactitud de la medición obtenida y es directamente proporcional al costo del este servicio. Cobra importancia la implementación de nuevas alternativas, que permitan realizar verificaciones que garanticen las especificaciones del producto o pieza fabricada sin afectar la calidad del producto.

Para contribuir al control de la calidad, se presenta una metodología para análisis de la rugosidad, basada en las características superficiales de las imágenes obtenidas con microscopios ópticos, electrónicos, cámaras digitales de sensor CMOS, (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*), Semiconductor Complementario de Óxido Metálico, sensor CCD (*Charge Coupled Device*), Dispositivo de Carga Acoplada, como instrumento óptico para registrar las imágenes de superficies metálicas mecanizadas para el reconocimiento de la rugosidad.

Se muestra un método de análisis basado en las características de rugosidad de textura. Las características que describen las texturas y que se utilizan para clasificarlas, provienen de los descriptores ópticos, que también se basan en matrices de co-ocurrencia. Los patrones de rugosidad primaria son evaluados y clasificados de acuerdo con varias propiedades que utilizan los valores de estos descriptores, entre otros, eliminación de ruidos, contraste, brillo. Con las imágenes preprocesadas, se hace el procesamiento digital; son éstas las imágenes, motivo de estudio, utilizando programas computarizados, apli-

---

cando filtros pasa-bajo, pasa-banda, pasa-alto, segmentación, entre otros descriptores, pues ellas contienen toda la información de la superficie de la pieza metálica que ha sido mecanizada, logrando un sistema de reconocimiento de la rugosidad (González J. , 2016).

### 3. Conclusiones

Como aporte profesional, se destaca el estímulo y fortalecimiento de la investigación como proceso de aprendizaje, ya que permite establecer contacto entre el conocimiento académico y la realidad tecnológica, es una metodología en la solución problemas y verificación de resultados. El desarrollo de los proyectos permite identificar una problemática social, que favorece la calidad de vida de los seres humanos e invita a proponer y continuar con mecanismos de solución desde las ramas de la metrología.

Los estudios efectuados validan la espectrometría como método de análisis y de medición experimental con la interacción entre la materia y la energía radiante, las ondas electromagnéticas que se propagan y transportan energía sin transferencia de materia, permitiendo determinar las características químicas y físicas de ciertos procesos industriales.

La metrología óptica es una alternativa en el estudio del control de calidad de procesos de la industria; es por esto, que se hace un especial llamado a integrar el grupo de investigación PRODIGIO, como campo de estudio de la óptica aplicada e integrada a varias ramas del saber, donde nuestros futuros ingenieros se van a desempeñar profesionalmente.

### 4. Referencias Bibliográficas

- Apraiz-Imatz, I., Alonso-Orcajo, F., Gambin, B. (2005). *Diferentes técnicas mediante termografía infrarroja, aplicaciones en la industria aeroespacial*. DYNA, 80(4). 35-38.
- González, D. A. (2006). *Contribuciones a las técnicas no destructivas para evaluación y prueba de procesos y materiales basadas en radiaciones infrarrojas*. Santander, Universidad de Cantabria.: Escuela Técnica Superior de ingenieros industriales y de telecomunicación.
- González, J. (2016). *Caracterización de los acabados superficiales en piezas metálicas planas mecanizadas, utilizando procesamiento de imágenes*. . Bogotá: Proyecto de grado, Ingeniería en Diseño de máquinas y productos industriales, ET ITC.
- Henao, S. S. (2003). Actividad bactericida del ácido hipocloroso. *Facultad de medicina Universidad Nacional*, 136 - 142.
- Malacara, D. (2005). Metrología óptica y sus aplicaciones. *Acta Universitaria, Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. Loma Bosque, L VOL. 15 N° 1 - Enero-Abril*.
- Norato Julio Enrique, R. M. (2015). *Aplicación de la espectrometría en la determinación de la concentración del cloro residual en el agua potable utilizada para consumo humano*. CON\*CIENCIA TECNO\*LOGICA, Tesis de grado de Ingeniería Electromecánica de la ET ITC.
- Riaño, D. W. (2015). *Sistemas fotovoltaicos para uso industrial*. Bogotá: Monografía de grado en Ingeniería Electromecánica, ET ITC.

